Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 4, Winter 2024, p. 1179-1190

Comparison of Some Morpho-Physiological Characteristics and Fruit Yield of Hybrids of Cucumber (*Cucumis sativus*)

K. Arab Salmani[1], A.H. Jalali [2], P. Jafari[3]*

1- Research Trainer, Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran
2 and 3- Assistant Professor and Research Trainer, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: Peimanjafari@yahoo.com)

Received: 17-07-2023 Revised: 21-08-2023 Accepted: 30-08-2023 Available Online: 06-09-2023		**How to cite this article:** Arab Salmani, K., Jalali, A.H., & Jafari, P. (2024). Comparison of some morpho-physiological characteristics and fruit yield of hybrids of cucumber (*Cucumis sativus*). *Journal of Horticultural Science, 37*(4), 1179-1190. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhs.2023.83485.1276

Introduction

Cucumis sativus L. (2n=2x=14) originates from the south of the Himalayan mountains and has at least 3000 years of history of cultivation in India. According to the latest statistics published by the Ministry of Agriculture, about 75% of greenhouse production belongs to greenhouse cucumbers. This plant, with a cultivated area of 7539 ha^{-1} and a production amounting to 1923865 t year^{-1}, is considered one of the most important vegetable and summer greenhouse products in the country. Cucumber varieties should have characteristics such as high yield, quality of taste, shelf life and resistance to diseases. Based on this, modified cultivars and imported cultivars must pass compatibility tests in order to be able to enter commercial fields. Recent research in Japan shows that by creating suitable conditions for various factors in the greenhouse (light distribution, temperature, humidity, carbon dioxide, irrigation, nutrition and pruning), the yield of greenhouse cucumbers can be up to 40 kg m^{-2} year^{-1} year. The difference between different varieties of cucumber is primarily due to characteristics such as the number of fruits per plant, fruit size (fruit length and length-to-diameter ratio) and fruit surface characteristics (the presence of grooves, surface smoothness, and fruit color). The number of cucumbers per plant is one of the most important yield components. The study of 9 varieties of cucumbers in greenhouse conditions showed that the range of changes in the number of cucumbers per plant varied from 19 to 54.3, and Khasib variety had the highest yield with the production of 14.9 kg of fresh weight per square meter.

Material and Methods

In order to compare the yield, yield components and some morpho-physiological characteristics of greenhouse cucumber hybrids produced in the country, a research was conducted in 2022 under greenhouse conditions in Varamin city. In this research, 11 greenhouse cucumber hybrids along with 4 regional control cultivars were evaluated in a completely randomized block design with three replications. The initial tillage including plowing, disc and soil disinfection was done through sunning the soil. The width of the seed planting bed was considered to be 70 cm in order to provide the possibility of two-row cultivation. The width of the corridors was considered to be 80 cm in order to provide proper ventilation and access of workers to the bushes for operations and harvest during the period. The drip irrigation system was chosen so that one tape strip could be used for each row of crops. The plant needed fertilizer during the growth period and was determined based on the soil test and provided to the plant through the irrigation system. Fruit yield for different harvests (once every 10 harvests) and total fresh fruit yield based on the total area of the plot (after removing the margins) and traits

https://doi.org/10.22067/jhs.2023.83485.1276

such as plant height (meters), internode length (cm), leaf length (cm), Leaf width (cm), petiole length (cm), fruit length (cm), fruit diameter (mm), number of fruits per plant and fruit weight per plant (grams) based on the selection of 10 plants per plot was taken. The fruit shape index was obtained from the ratio of the length to the diameter of the fruit. For the experimental hybrids, after harvest fruit color was determined by grouping (light green to green), (green), (green to dark green) and dark green.

Results and Discussion

Based on the obtained results, the hybrid (IR4) with a total fresh fruit yield of 11.49 kg m^{-2} had a significantly higher performance than other hybrids, but there is not a significant difference between this hybrid and the hybrid (IR5) with a fruit weight of 10.61 kg m^{-2}. 10 harvested stages for two hybrids (IR4) and (IR5) constituted 24.6 and 22.9% of the total yield, respectively. The hybrids (IR11) and (IR6) had the longest and shortest fruit length with 16.60 cm and 11.12 cm, respectively. The fruit shape index (the ratio of fruit length to diameter) in hybrid (IR11) had the highest value (6.35). The hybrids (IR4) and (IR5) that produced the highest yields per hectare had the highest number of fruits $plant^{-1}$ with 108.72 and 84.22 cucumbers $plant^{-1}$, respectively. The presence of this number of fruits is one of the important factors for producing high yields in these two hybrids, and the number of fruits in the rest of the hybrids is often in the range of 50 to 70 cucumbers per plant. Although in some studies the number of 135 fruits $plant^{-1}$ is also mentioned for greenhouse cucumbers, but in most cases this number is less than 50. The color of the fruit is also an important quality attribute that is very important in the cucumber market. This trait varies from light green to dark green. Hybrid (IR9) dark green, hybrids (IR2), (IR6), (IR13) (IR15) dark green to green, hybrids (IR1), (IR3), (IR4), (IR5), (IR12) and (IR14) was green and hybrids (IR7), (IR8), (IR10) and (IR11) had light green to green color. The superior performance of two experimental hybrids and the equal performance of 7 other experimental hybrids (out of 11 studied hybrids) compared to the control hybrids can be a good promise for the production of greenhouse cucumber hybrid varieties by domestic companies.

Keywords: Fruit color, Fruit diameter, Fruit shape, Number of fruits per plant

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ٤، زمستان ١٤٠٢، ص. ١١٩٠-١١٧٩

مقایسه برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای خیار (***Cucumis sativus***)

کریم عرب سلمانی [۱]- **امیر هوشنگ جلالی** [۲]- **پیمان جعفری** [۳]*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۴

چکیده

به‌منظور مقایسه عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک هیبریدهای خیار گلخانه‌ای تولید شده در داخل کشور پژوهشی در سال ۱۴۰۱ در شرایط گلخانه در شهرستان ورامین انجام شد. در این پژوهش ۱۱ هیبرید خیار گلخانه‌ای به همراه ۴ هیبرید وارداتی به‌عنوان شاهد در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. تفاوت هیبریدهای آزمایشی از نظر صفات عملکرد، طول میوه، قطر میوه، طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته، طول میان‌گره، تعداد میوه در بوته و وزن میوه در هر بوته در سطح یک درصد از نظر آماری معنی‌دار بود. براساس نتایج بەدست‌آمده هیبرید IR4 (با نام تجاری سنم) با عملکرد کل ۱۱/۴۹ کیلوگرم در هر بوته نسبت به میانگین عملکرد سایر هیبریدها، ۳۲/۸ درصد عملکرد بیشتر تولید نمود اما تفاوت معنی‌داری بین این هیبرید و هیبرید IR5 با عملکرد ۱۰/۶۱ کیلوگرم در متر مربع وجود نداشت. در دو هیبرید (IR4) و (IR5) به‌ترتیب ۲۴/۶ و ۲۲/۹ درصد از کل عملکرد تولیدی مربوط به ۱۰ چین مرحله دوم برداشت بود. هیبریدهای (IR11) و (IR6) به‌ترتیب با طول میوه ۱۶/۶۰ سانتی‌متر و ۱۱/۱۲ سانتی‌متر بیشترین و کمترین طول میوه را داشتند. شاخص شکل میوه (نسبت طول میوه به قطر) در هیبرید (IR11) نسبت به هیبریدهای (IR4) و (IR5) به‌ترتیب ۲۷ و ۱۹ درصد بیشتر بود. برتری عملکردی دو هیبرید آزمایشی (IR4) و (IR5) و برابری عملکرد ۷ هیبرید آزمایشی دیگر (از ۱۱ هیبرید مطالعه شده) در مقایسه با هیبریدهای شاهد می‌تواند نویدبخش تولید ارقام هیبرید خیار گلخانه‌ای توسط شرکت‌های داخل کشور باشد.

واژه‌های کلیدی: تعداد میوه در بوته، رنگ میوه، شاخص شکل میوه، قطر میوه

مقدمه

خیار (2n=2x=14) *Cucumis sativus* L. از جنوب کوه‌های هیمالیا منشأ گرفته و حداقل ۳۰۰۰ سال سابقه کشت در هندوستان دارد (Weng *et al*., 2015). در ایران در فاصله زمانی سال‌های ۲۰۰۲ لغایت ۲۰۲۰ سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای از ۳۳۸۰ هکتار به ۱۳۰۰۰ هکتار افزایش‌یافته است. طبق آخرین آمار منتشر شده وزارت کشاورزی حدود ۷۵ درصد تولیدات گلخانه‌ای به خیار گلخانه‌ای تعلق دارد. این محصول با سطح زیر کشت ۷۵۳۹ هکتار و تولیدی بالغ بر ۱/۹۳ میلیون تن در سال از جمله مهم‌ترین محصولات سبزی و صیفی گلخانه‌ای در کشور محسوب می‌شود. متوسط عملکرد خیار گلخانه ای در کشور ۲۳۳/۸ تن در هر هکتار بوده است (Ministry of Jihad Agriculture, 2021). واریته‌های خیار باید ویژگی‌هایی مانند عملکرد بالا، کیفیت طعم و مزه، ماندگاری در نگهداری و مقاومت در برابر بیماری‌ها را داشته باشند. براین‌اساس ارقام اصلاح شده و ارقام وارداتی می‌بایست آزمون‌های سازگاری را پشت سر گذارند تا بتوانند وارد عرصه‌های تجاری شوند (Neykov *et al*., 2009).

تحقیقات اخیر در کشور ژاپن نشان می‌دهد با ایجاد شرایط

۱- مربی پژوهش، بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

۲ و ۳- به‌ترتیب استادیار و مربی پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

(*- نویسنده مسئول: (Email: peimanjafari@yahoo.com

https://doi.org/10.22067/jhs.2023.83485.1276

مناسب برای عوامل مختلف در گلخانه (توزیع نور، دما، رطوبت، دی‌اکسید کربن، آبیاری، تغذیه و هرس) می‌توان عملکرد خیار گلخانه‌ای را تا ۴۰ کیلوگرم در متر مربع در سال افزایش داد (Maeda & Ahn, 2021). در مقایسه ۹ رقم هلندی خیار در یک پژوهش سه‌ساله گلخانه‌ای نتایج حاکی از برتری عملکرد کل در رقم وراس[1] داشت؛ ولی از نظر عملکرد اقتصادی در چین اول رقم دیفس[2] بهتر بود (Dimov *et al.*, 2016). تفاوت بین ارقام مختلف خیار در درجه اول به دلیل ویژگی‌هایی مثل تعداد میوه در بوته، اندازه میوه (طول میوه و نسبت طول به قطر) و ویژگی‌های سطح میوه (وجود شیار، صافی سطح و رنگ میوه) ایجاد می‌شود (Sakata *et al.*, 2010). تعداد خیار در هر بوته از جمله مهم‌ترین اجزاء عملکرد محسوب می شود. مطالعه ۹ رقم خیار در شرایط گلخانه نشان داد دامنه تغییرات تعداد خیار در هر بوته از ۱۹ تا ۵۴/۳ عدد متفاوت بود و رقم خسیب[3] با تولید ۱۴/۹ کیلوگرم وزن تر در هر متر مربع بیشترین عملکرد را داشت (Maeda & Ahn, 2021). دامنه ۶۳ تا ۲۳۵ گرم برای وزن خیار و دامنه ۱۰/۵ تا ۳۱/۸ سانتی‌متر برای طول خیار در مقایسه هشت رقم خیار در کشت گلخانه‌ای خیار گزارش شده است (Sakata *et al.*, 2010). باتوجه‌به خروج قابل‌توجه ارز از کشور جهت واردات بذور هیبرید محصولات گلخانه‌ای، تولید بذور هیبرید محصولات سبزی و صیفی در داخل کشور توسط بخش خصوصی به‌عنوان یک سیاست کلی در دستور کار وزارت جهاد کشاورزی قرار گرفته است، بنابراین هدف از انجام این پژوهش ارزیابی و مقایسه عملکرد یازده رقم هیبرید خیار گلخانه‌ای تولید شده در داخل کشور توسط سه شرکت دانش‌بنیان با چهار رقم شاهد خیار است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۱ در گلخانه مرکز تحقیقات ورامین (۵۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول غربی و ۳۵ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی) در ۴۰ کیلومتری شهر تهران، ارتفاع از سطح دریا ۱۰۰۰ متر، متوسط بارندگی سالانه ۱۲۰ میلی‌متر، جهت باد غالب جنوب شرق به شمال غرب و سرعت متوسط وزش باد ۱/۵ متر بر ثانیه و متوسط درازمدت تشعشع خورشیدی ۲۰۰۰۰ لوکس در دوره بهره‌برداری (اواسط بهار تا اواسط تابستان) انجام شد. گرمایش گلخانه از طریق مشعل گازسوز و تهویه و سرمایش آن از طریق دریچه‌های جانبی و سقفی کنترل شد. خاک‌ورزی اولیه شامل شخم، دیسک و ضدعفونی خاک از طریق آفتاب‌دهی خاک صورت پذیرفت. عرض بستر کاشت بذر ۷۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد تا امکان کشت دو ردیفه فراهم گردد. عرض راه‌روها ۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد تا امکان تهویه مناسب و دسترسی کارگران به بوته‌ها جهت انجام عملیات داشت و برداشت در طول دوره فراهم گردد. سامانه آبیاری از نوع قطره‌ای انتخاب شد به‌طوری‌که برای هر ردیف کشت یک نوار تیپ قابل استفاده باشد. نیاز کودی گیاه در طول دوره داشت و برداشت براساس آزمون خاک تعیین و از طریق سامانه آبیاری در اختیار گیاه قرار گرفت. ویژگی‌های هواشناسی محل آزمایش در طی فصل رشد در جدول ۱ ارائه شده است.

کشت بذر ارقام هیبرید خیار (۱۵ رقم هیبرید خیار گلخانه‌ای: شامل ۱۱ واریته هیبرید تولید داخل کشور و ۴ واریته هیبرید وارداتی به‌عنوان شاهد) در دهم اردیبهشت‌ماه سال ۱۴۰۱ انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. هر پلات به طول ۱۲ متر و عرض ۱/۵ متر، شامل دو ردیف کشت ۴۰ بوته‌ای بود. ارقام استفاده شده و محل تهیه آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. سازه گلخانه فلزی، ارتفاع گلخانه از ناحیه تاج گلخانه ۶/۷ متر، پوشش گلخانه پلاستیک با یو وی ۱۰ درصد، سیستم تهویه پنجره سقفی و پنجره‌های کناری در ناحیه ضلع شرقی و غربی گلخانه به طول ۵۰ متر و در ارتفاع یک‌متری از کف بستر گلخانه بود. باتوجه‌به تاریخ کاشت دوره تولید حدود ۵ ماه به طول انجامید.

عملکرد برای چین‌های مختلف (هر ۱۰ چین یک‌بار) و عملکرد کل محصول براساس مساحت کل کرت (پس از حذف حاشیه‌ها) و صفاتی مثل ارتفاع بوته (متر)، طول میان‌گره (سانتی‌متر)، طول برگ (سانتی‌متر)، عرض برگ (سانتی‌متر)، طول دمبرگ (سانتی‌متر)، طول میوه (سانتی‌متر)، قطر میوه (میلی‌متر)، تعداد میوه در بوته و وزن میوه در هر بوته (گرم) براساس انتخاب ۱۰ بوته در هر کرت اندازه‌گیری شد. شاخص شکل میوه از نسبت طول به قطر میوه به دست آمد (Liu *et al.*, 2020). رنگ میوه بر اساس گروه‌بندی سبز روشن تا سبز، سبز، سبز تا سبز تیره و سبز تیره برای هیبریدهای آزمایشی پس از برداشت مشخص شد (Sakata *et al.*, 2010). تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای IBM SPSS 26 و Microsoft Excel 2021 و مقایسه میانگین از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

هیبریدهای خیار استفاده شده در این پژوهش از نظر صفات رویشی مثل طول دمبرگ، عرض برگ، طول برگ، طول میان‌گره و ارتفاع بوته دارای تفاوت معنی‌دار بودند (در سطح احتمال ۱ درصد) (جدول ۳). مقایسه میانگین صفات دراین‌رابطه در جدول ۴ نشان‌داده‌شده است. ارتفاع بوته هیبریدهای آزمایشی از ۵/۶۲ متر

1- Voreas
2- Defense
3- Khassib

(IR8) تا ۸/۶۶ متر (IR9= Zaydoon) متفاوت بود. هیبرید (IR4) با ۶/۱۲ درصد ارتفاع کمتر نسبت هیبرید (IR9= Zaydoon) دومین هیبرید بلندقد در بین هیبریدهای آزمایشی بود (جدول ۴). ارتفاع بوته در خیار گلخانه‌ای (با رشد عمودی) یک عامل مؤثر در جذب نور توسط گیاه است (Wiechers *et al.*, 2011). در پژوهشی ارتفاع بوته ۱۷ رقم خیار گلخانه‌ای که از کشورهای مختلف منشأ گرفته بودند دامنه‌ای از ۲/۰۳ متر تا ۴/۲۳ متر داشت و ارقام با طول زیادتر توان بهتری جهت بهره‌گیری از فضا را داشتند و به همراه قطر ساقه حدود ۱۸ درصد از تغییرات عملکرد را توضیح می‌داد (Soleimani *et al.*, 2009).

جدول ۱- شرایط آب و هوایی محل آزمایش در طی فصل رشد

Table 1- Weather conditions of the site study during the growing season

ماه Month	بارندگی Precipitation (mm)	کمینه دما Minimum temperature (°C)	بیشینه دما Maximum temperature (°C)	میانگین دما Average temperature (°C)	متوسط سرعت باد Average wind speed (m s^{-1})
اردیبهشت April-May	4.4	16.1	30.5	23.3	16.0
خرداد May-June	0.0	21.7	35.4	28.6	16.0
تیر June-July	0.0	24.2	41.2	32.7	11.0
مرداد July-August	0.0	22.8	38.5	30.6	15.0
شهریور August - September	0.0	20.2	35.9	28.5	10.0

جدول ۲- هیبریدهای استفاده شده در این پژوهش

Table 2– The hybrids used in this research

نام شرکت تأمین‌کننده بذر The name of the seed supplier company	نام بذور و کد آن‌ها The name of the seeds and their code	ویژگی‌ها Characteristics
شرکت دانش‌بنیان نگین بذر Negin Bazar Knowledge Base Company	کد ۰۰۱۲ رقم تجاری سنم (IR4) ، کد ۰۰۴رقم تجاری سریر (IR2) ، کدهای ۰۰۱(IR1)، ۰۰۹ (IR3) و ۰۰۱۵(IR5) در دست اقدام تجاری سازی می‌باشند. Code 0012 of Sanam commercial cultivar (IR4), code 004 of Sarir commercial cultivar (IR2), codes 001 (IR1), 009 (IR3) and 0015 (IR5) are in the process of commercialization.	تولید این لاین‌ها به طور کامل در داخل ایران و در مجموعه نگین بذر دانش انجام شده است. The production of these lines has been carried out completely inside Iran and .in Negin Bazar Knowledge Base
شرکت دانش‌بنیان توسعه گیاهان زراعی Knowledge-based company for the development of agricultural plants	A-Z-70 (IR6) ، BARIZ (IR7) ، FC400 (IR8) کلیه ارقام تجاری هستند A-Z-70 (IR6), BARIZ (IR7), FC400 (IR8) are all commercial cultivars.	لاین‌های اولیه مورداستفاده، متعلق به یک شرکت از کشور ترکیه می‌باشد. The primary lines used belong to a .company from Turkey
شرکت تجارت پیشرو آران Aran leading trade company	Zaydoon (IR9) ، Tatiana (IR10) ، Arcadia (IR11) کلیه ارقام تجاری هستند. Zaydoon (IR9), Tatiana (IR10), Arcadia (IR11) are all commercial cultivars.	لاین‌های اولیه مورداستفاده، متعلق به شرکت (US Agriseeds) The primary lines used belong to the company (US Agriseeds).
ارقام شاهد Control cultivars	ناگین(IR12) ، ویولا(IR13) ، داتیس(IR14) هر سه متعلق به هلند و بالستیک(IR15) متعلق به فرانسه Nagin (IR12), Viola (IR13), Datis (IR14) all three belong to the Netherlands and Ballistic belongs to France (IR15)	ارقام تجاری موجود در منطقه Commercial cultivars grown in the region

طول میان‌گره‌ها نیز از جمله ویژگی‌های رویشی بود که در بین هیبریدهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار داشت (دانکن ۱ درصد) (جدول ۳). نکته جالب‌توجه این بود که هیبرید (IR8) که کمترین طول ساقه را داشت، با طول میان‌گره (۱۱/۲۱ سانتی‌متر) نسبت به سایر هیبریدها برتری داشت (جدول ۴). طول ساقه و رشد میان‌گره‌ها در حقیقت شکل سایه‌انداز گیاه و میزان جذب نور دریافتی گیاه را تعیین می‌کند و به‌شدت تحت‌تأثیر دما، مقدار و کیفیت نور قرار دارد (Kahlen & Stützel, 2011). طول و عرض برگ از جمله ویژگی‌های رویشی بودند که در بین هیبریدهای آزمایشی تفاوت معنی دار داشتند (در سطح احتمال ۱ درصد) (جدول ۳). بیشترین و کمترین طول برگ به‌ترتیب برابر ۳۳/۵۷ و ۲۰/۲ سانتی‌متر مربوط به هیبریدهای (IR15) و (IR5) بود. بیشترین عرض برگ نیز (مشابه طول برگ) مربوط به هیبرید (IR15) و برابر ۳۲/۸۷ سانتی‌متر اندازه گیری شد. هیبرید (IR7) با عرض برگ ۲۱/۵۳ سانتی‌متر کمترین عرض برگ را بین هیبریدها به خود اختصاص داد (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ارتفاع بوته، طول میان‌گره، طول برگ، عرض برگ و طول دمبرگ در هیبریدهای آزمایشی خیار

Table 3- ANOVA for the plant length, internode length, leaf length, leaf width, and petiole length of the experimental cucumber hybrids

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	ارتفاع بوته Plant length	طول میان‌گره Internode length	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول دمبرگ Petiole length
		میانگین مربعات Mean squares				
هیبرید Hybrid	14	2.41**	6.84**	37.05**	26.95**	23.12**
خطا Error	30	0.03	0.06	0.91	1.57	1.11
ضریب تغییرات CV (%)		9.63	8.64	3.70	9.53	11.27

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، طول میان‌گره، طول‌برگ، عرض برگ و طول دمبرگ در هیبریدهای آزمایشی خیار

Table 4- Comparison of traits of plant length, internode length, leaf length, leaf width and petiole length in the experimental cucumber hybrids

هیبریدها Hybrids	ارتفاع بوته Plant length (m)	طول میان‌گره Internode length (cm)	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	طول دمبرگ Petiole length (cm)
IR1	8.06 bc	8.58d	27.63c	26.65bc	20.74c
IR2	7.27f	7.63ef	28.20bc	28.70b	20.67c
IR3	6.16i	7.59ef	23.57ef	23.50ef	18.20ef
IR4	8.13 b	6.81g	24.5ef	24.07ef	18.63f
IR5	7.81cd	6.51g	20.20h	22.13ef	17.70ef
IR6	6.31hi	8.26d	25.50d	26.10cd	18.87cdef
IR7	6.11i	7.28f	21.30gh	21.53f	19.47cde
IR8	5.62j	11.21ae	28.30bc	27.27bc	22.97b
IR9	8.66a	7.55ef	25.37d	24.45de	20.33cd
IR10	6.40ghi	6.81g	24.50de	24.07de	18.63def
IR11	7.55de	5.27h	23.50ef	23.27ef	17.20f
IR12	6.69g	9.19c	29.83b	27.50bc	25.63a
IR13	6.52gh	10.02b	22.57g	22.73ef	23.37b
IR14	7.44ef	9.01c	24.33de	23.53ef	20.47cd
IR15	6.48gh	7.79e	33.57a	32.87a	25.43a

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون چنددامنه ای دانکن، سطح احتمال ۵ درصد)

Common letters in each column indicate no significant difference (DMRT, $p\leq 0.05$).

برگ به‌عنوان اندام اصلی فتوسنتزکننده و همچنین تبخیر و تعرق گیاه از دیدگاه فیزیولوژیک اهمیت ویژه‌ای داشته و به همین دلیل پژوهش‌های مختلف سعی در ایجاد یک رابطه ساده بین طول و عرض برگ از یک سو و سطح برگ از سوی دیگر داشته‌اند (Blanco & Folegatti, 2003). در مطالعه‌ای که بر روی ۷ رقم خیار گلخانه‌ای در هند انجام شد دامنه طول برگ از ۱۸/۹۳ تا ۲۰/۷۷ سانتی‌متر و عرض برگ دامنه‌ای از ۲۱/۰۵ تا ۲۷/۴۶ داشت و این تنوع به ویژگی‌های ژنتیکی ارقام استفاده شده نسبت داده شد (Kumar *et al.*, 2019).

هیبریدهای خیار آزمایشی از نظر طول دمبرگ تفاوت معنی‌دار داشتند (دانکن ۱ درصد) (جدول ۳). هیبریدهای (IR12) و (IR15) به ترتیب با طول دمبرگ ۲۵/۶۳ و ۲۵/۴۳ سانتی‌متر طویل‌ترین دمبرگ‌ها را در میان هیبریدهای آزمایشی داشتند؛ ولی تفاوت معنی داری بین این دو هیبرید از این نظر مشاهده نشد (جدول ۴). طول دمبرگ علاوه بر عوامل ژنتیکی و ویژگی‌های هر رقم معمولاً تحت‌تأثیر میزان و کیفیت نور در شرایط گلخانه قرار می‌گیرد و در شرایط نور کم معمولاً دمبرگ‌ها به هزینه کاهش سطح پهنک برگ، طویل‌تر می‌شوند (Anthony, 2022).

عملکرد کل و عملکردهای مراحل مختلف (در این پژوهش هر مرحله ۱۰ چین را شامل می‌شود) در هیبریدهای مختلف به‌جز در مرحله اول از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود داشت (دانکن ۵ درصد) (جدول ۵). اینکه بین هیبریدها در عملکرد ۱۰ چین اول تفاوت معنی دار یافت نشد بیانگر آن است که از نظر شاخص زودرسی (تولید نوبرانه) مزیتی بین ۱۵ هیبرید آزمایش شده وجود ندارد. مقایسه عملکرد هیبریدهای مختلف و عملکرد در هر مرحله برداشت در شکل ۱ ارائه شده است. هیبرید (IR4) با عملکرد کل ۲۷۱ تن در هر هکتار به‌طور معنی‌دار عملکرد بیشتری نسبت به سایر هیبریدها داشت؛ اما تفاوت معنی‌داری بین این هیبرید و هیبرید (IR5) با عملکرد ۲۵۰ تن در هکتار وجود نداشت (شکل ۱).

هیبریدهای (IR2)، (IR1)، (IR12)، (IR13)، (IR14) و (IR15) در گروه دوم عملکردی بودند که علی‌رغم عملکرد کمتر نسبت به هیبرید (IR5)، تفاوت عملکرد معنی داری با این هیبرید نداشتند. کمترین عملکرد بین هیبریدهای آزمایشی معادل ۱۵۵ تن در هکتار مربوط به هیبرید (IR9) بود (شکل ۱). به این نکته نیز باید توجه داشت که ۱۰ چین دوم برداشت شده در دو هیبرید (IR4) و (IR5) به ترتیب ۲۴/۶ و ۲۲/۹ درصد از کل عملکرد تولیدی را به خود اختصاص دادند. تولید ۲۷/۱ کیلوگرم خیار در هر متر مربع (هیبرید IR4) بیشتر از عملکرد گزارش شده در برخی از گزارش‌ها (۱۴/۹ کیلوگرم در هر متر مربع) و کمتر از برخی از مقادیر آرمانی (۴۰ کیلوگرم در متر مربع) توصیف شده در برخی دیگر از مقالات است. البته برای داشتن تحلیل درست نسبت به عملکردهای بالا می‌بایست عملکرد ماده خشک محصول نیز مورد توجه قرار گیرد زیرا وزن تر محصول تابعی از وزن خشک آن است (Maeda & Ahn, 2021). در پژوهش دیگری در مقایسه چهار هیبرید خیار در شرایط گلخانه بیشترین عملکرد به‌دست‌آمده معادل ۲۲/۸ کیلوگرم در بوته بود. این برتری به فراوانی گل‌های ماده تولید شده در مرحله گلدهی گیاه و استفاده کارآمدتر برخی ژنوتیپ‌ها از شرایط محیطی نسبت داده شد (Panghal *et al.*, 2016). به هر صورت تفاوت عملکردهای گزارش شده علاوه بر تفاوت ذاتی ارقام به تفاوت شرایط فراهم شده و نوع مدیریت‌های بکار گرفته شده در تولید نیز بستگی دارد.

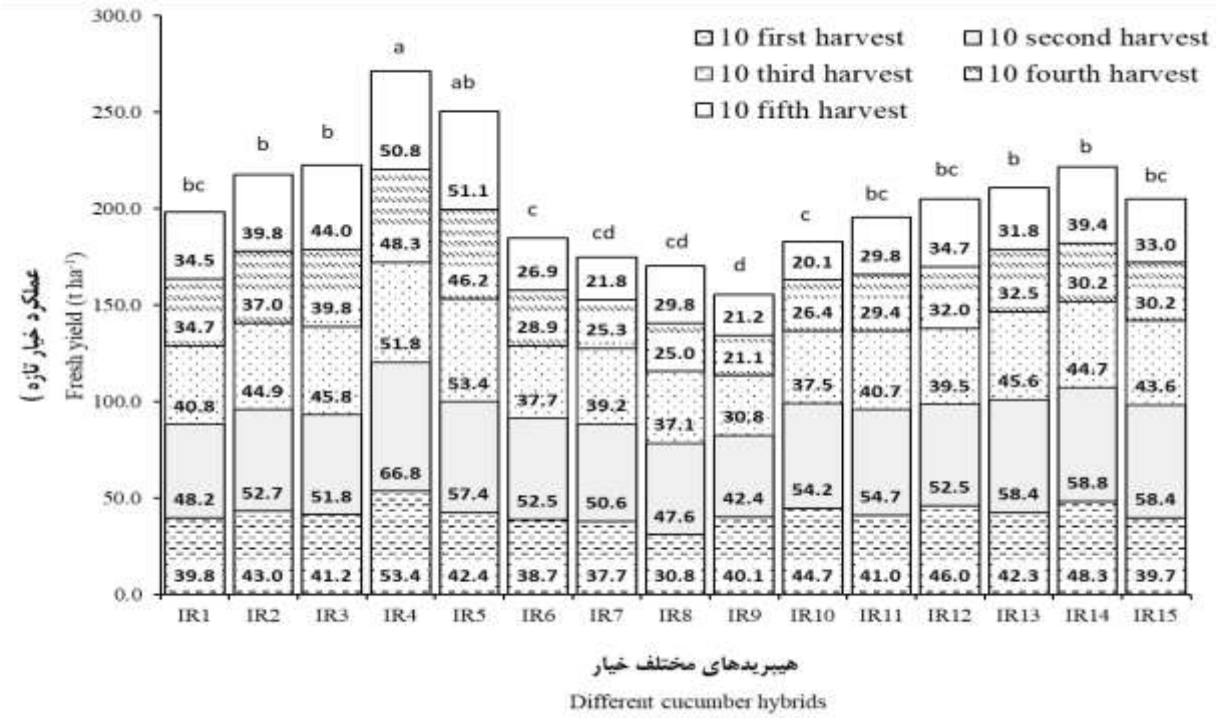
جدول ۵- تجزیه واریانس ۱۰ برداشت اول تا پنجم در هیبریدهای آزمایشی خیار

Table 5– ANOVA for the first to fifth 10 harvests in experimental cucumber hybrids

		میانگین مربعات Mean squares				
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	۱۰ برداشت اول 10 first harvest	۱۰ برداشت دوم 10 second harvest	۱۰ برداشت سوم 10 third harvest	۱۰ برداشت چهارم 10 fourth harvest	۱۰ برداشت پنجم 10 fifth harvest
هیبرید Hybrid	14	230.08$^{n.s}$	290.40**	305.25*	511.74**	828.9**
خطا Error	30	1680.16	211.93	165.66	70.08	181.07
ضریب تغییرات CV (%)		7.08	9.11	8.05	10.68	10.78

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.



شکل ۱- عملکرد کل و عملکرد پنج مرحله برداشت (هر مرحله ۱۰ چین) در هیبریدهای آزمایشی خیار

Figure 1- Total yield and yield of five harvesting stages (each stage include 10 harvest) in experimental cucumber hybrids. (DMRT, $p≤0.05$)

تفاوت عملکرد مشاهده شده در هیبریدهای آزمایشی ناشی از تفاوت معنی‌دار اجزای عملکرد هر یک از این هیبریدها است. هیبریدهای آزمایش شده از نظر طول و قطر میوه، تعداد میوه در هر بوته و وزن میوه‌ها در هر بوته تفاوت معنی‌دار داشتند (دانکن ۱ درصد) (جدول ۶). مقایسه میانگین طول و قطر میوه هیبریدهای خیار آزمایش شده در جدول ۷ ارائه شده است. هیبرید (IR11) با طول میوه ۱۶/۶۰ سانتی‌متر به طور معنی‌دار بیش از سایر هیبریدهای آزمایشی بود. بعد از این هیبرید، هیبریدهای (IR9)، (IR12) و (IR15) به‌ترتیب با طول میوه‌های ۱۴/۸۵، ۱۴/۹۴ و ۱۵ سانتی‌متر در یک گروه آماری قرار گرفتند. کوچک‌ترین میوه نیز در هیبرید (IR6) با طول ۱۱/۱۲ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۷). در مطالعه ۷ هیبرید خیار گلخانه‌ای کمترین و بیشترین طول میوه به‌ترتیب ۱۷/۴ و ۲۲/۱ سانتی‌متر گزارش شد (Kumar *et al.*, 2019). در مطالعه دیگر ۳۵ هیبرید خیار درختی مقایسه و بیشترین طول میوه ۱۵/۹ سانتی‌متر گزارش شده است (Golabadi *et al.*, 2015). طول خیار بیشتر یک صفت ژنتیکی ارزیابی می‌شود که بستگی زیادی به منشأ اولیه آن دارد. به‌عنوان‌مثال ارقام وحشی حدود ۴ سانتی‌متر، ارقام چینی ۲۵ سانتی‌متر و ارقام اروپایی ۱۵-۱۰ سانتی‌متر طول دارند (Wei *et al.*, 2016).

هیبریدهای آزمایش از نظر قطر میوه دارای تفاوت معنی‌دار بودند (دانکن ۱ درصد) (جدول ۶). قطر میوه در هیبریدهای آزمایشی دامنه‌ای از ۲۶/۱۱ تا ۳۵/۳۵ میلی‌متر داشت و به‌ترتیب در دو هیبرید (IR4) و (IR6) مشاهده شد (جدول ۷)؛ بنابراین هیبرید (IR6) کمترین طول و بیشترین قطر میوه را در این مطالعه به خود اختصاص داد. در مقایسه ۴ هیبرید خیار درختی دامنه قطر میوه از ۳۹ تا ۴۲/۵ میلی‌متر متفاوت بود و کشت همین ارقام در فضای آزاد باعث کاهش معنی‌دار قطر میوه شد (Jakhar *et al.*, 2016). در مقایسه هفت هیبرید خیار در ژاپن قطر میوه از حداقل ۲۴/۳ تا ۴۲/۱ متغیر بود (Sakata *et al.*, 2010).

برخی اوقات ترجیح داده می‌شود نسبت طول میوه به قطر (شاخص شکل میوه) برای مقایسه هیبریدهای خیار استفاده شود. این شاخص برای هیبریدهای این پژوهش در شکل ۲ ارائه شده است. کمترین مقدار این شاخص در هیبرید (IR6) معادل ۳/۱۵ و بیشترین مقدار آن (۶/۳۵) در هیبرید (IR11) مشاهده شد. میوه‌های خیار دارای اشکال شگفت‌انگیز و متنوعی هستند که از کمی صاف، بیضی‌شکل، و گرد تا دراز یا بسیار بلند متفاوت است.

جدول ٦- تجزیه واریانس صفات طول میوه، عرض میوه، طول دم میوه، تعداد میوه در بوته و وزن میوه در هر بوته

Table 6- Variance analysis of fruit length, fruit width, fruit tail length, number of fruits per plant and fruit weight per plant

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS) طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit girth	تعداد میوه در بوته Fruit plant^{-1}	وزن میوه در هر بوته
هیبرید Hybrid	14	2.41**	6.84 **	26.95**	23.12**
خطا Error	30	0.03	0.06	1.57	1.11
ضریب تغییرات CV (%)		11.30	6.90	9.38	10.71

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and **: Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات طول میوه، عرض میوه، تعداد میوه در بوته و وزن میوه در بوته در هیبریدهای آزمایشی خیار

Table 7- Comparison of traits of fruit length, fruit diameter, fruit per plant, fruit weight per plant in experimental cucumber hybrids

هیبریدها Hybrids	طول میوه Fruit length (cm)	قطر میوه Fruit diameter (mm)	تعداد میوه در بوته Fruit per plant	وزن میوه در هر بوته Fruit weight per plant (kg)
IR1	13.68^{ef}	26.54^{k}	69.18^{cde}	8.32^{cdef}
IR2	13.57^{ef}	27.85^{i}	74.66^{bcd}	9.21^{bcd}
IR3	13.56^{ef}	27.97^{i}	78.08^{bc}	9.44^{bc}
IR4	13.06^{g}	26.11^{l}	108.72^{a}	11.49^{a}
IR5	14.47^{c}	27.14^{j}	84.22^{b}	10.61^{ab}
IR6	11.12^{i}	35.35^{a}	52.08^{ghi}	7.82^{cdef}
IR7	12.87^{gh}	29.35^{g}	53.27^{fghi}	7.40^{def}
IR8	13.33^{f}	30.76^{d}	54.21^{fgh}	7.216^{ef}
IR9	14.85^{b}	33.28^{b}	41.44^{i}	6.57^{f}
IR10	12.66^{h}	29.88^{f}	58.05^{efgh}	7.75^{cdef}
IR11	16.60^{a}	26.15^{l}	62.27^{defg}	8.29^{cdef}
IR12	14.94^{b}	30.33^{e}	52.59^{fghi}	8.67^{cde}
IR13	14.04^{d}	28.56^{h}	64.87^{def}	8.93^{cde}
IR14	14.19^{d}	30.01^{ef}	70.23^{cde}	9.38^{bcd}
IR15	15.00^{b}	31.87^{c}	47.87^{hi}	8.68^{cde}

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون چنددامنه ای دانکن، سطح احتمال ۵ درصد)

Common letters in each column indicate no significant difference (DMRT, $p\leq0.05$)

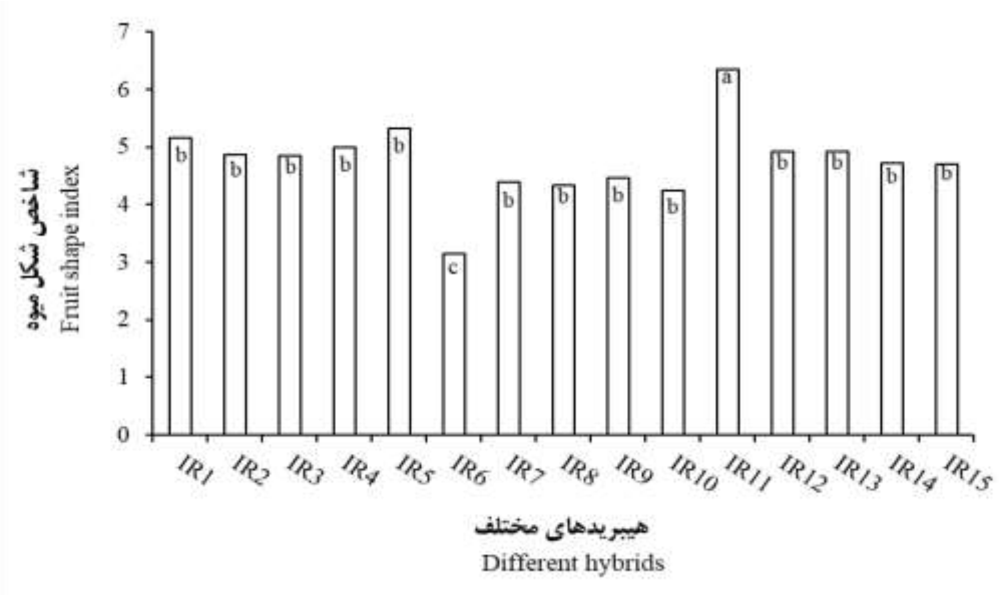
اندازه و شکل میوه از ویژگی‌های عملکرد محسوب می‌شود و می تواند به‌عنوان یک ویژگی بـرای طبقـه‌بنـدی و تعریـف کـلاس‌هـای مختلف بازار خیار باشد. هر نوع بازار خیار دارای استانداردهای تجـاری منحصربه‌فرد خود در طول و قطر میوه است. به‌عنوان‌مثـال، خیارشـور آمریکایی دارای میوه‌های نسبتاً کوتاه و بلوکی بـا شـاخص شـکل ۳-۲/۵ است، درحالی‌که میوه‌های خیارهای بازار تازه چین شمالی بلنـد و باریک با شاخص شکل معادل ۶ هستند (Weng *et al.*, 2015).

هیبریدهای آزمایش شده از نظر تعـداد میـوه در هـر بوتـه و وزن میوه‌های هر بوتـه دارای تفـاوت معنـی‌دار بودنـد (دانکـن ۱ درصـد) (جدول ۶). هیبریدهای (IR4) و (IR5) که بیشترین مقادیر عملکرد در هکتار را تولید نمودند به‌ترتیب با تعداد ۱۰۸/۷۲ و ۸۴/۲۲ خیار در هـر بوته بیشترین تعداد میوه در هر بوته را به خود اختصاص دادند. وجـود این تعداد میوه از عوامل مهم تولید عملکردهای بالا در این دو هیبرید است و تعداد میوه در بقیه هیبریدها غالباً در محدوده ۵۰ تا ۷۰ خیار در هر بوته است (جدول ۷). اگرچه در برخـی از پـژوهش‌هـا تعـداد ۱۳۵ میوه در هر بوته نیز برای خیار گلخانه‌ای ذکر شده اسـت (Alsadon *et al.*, 2006)، اما در اکثر مواقع این تعـداد کمتـر از ۵۰ عـدد اسـت (Sakata *et al.*, 2010). وزن میوه‌های تولید شـده در هـر بوتـه نیـز یکی دیگر از اجزاء عملکرد در خیـار گلخانـه‌ای اسـت. میـانگین وزن میوه‌های تولید شده در هر بوته در بین هیبریـدهای مطالعـه شـده در این پژوهش از ۶/۵۷ کیلوگرم در هیبرید (IR9) تا ۱۱/۴۹ کیلوگرم در هیبرید (IR4) در تغییر بود (جدول ۶). در اینجا نیز دو هیبرید (IR4) و

(IR5) که بالاترین عملکردها را داشتند بالاترین وزن میوه‌های تولیدی در هر بوته را نیز به خود اختصاص دادند.

تصاویر برخی از مراحل رشدی در شکل ۳ ارائه شده است. در مقایسه ۷ هیبرید خیار گلخانه‌ای در هندوستان بیشینه عملکرد گزارش شده در هر بوته معادل ۵/۵۳ کیلوگرم بود (Kumar *et al.*, 2019). پتانسیل عملکرد در هر بوته به والدینی بستگی دارد که هیبریدها از آن‌ها منشأ گرفته‌اند. به‌عنوان‌مثال در پژوهشی که ۵ والد اصلی عملکردی بین ۴/۳۲ تا ۶/۲۵ کیلوگرم در هر بوته داشتند، ۱۰ هیبرید تهیه شد و عملکرد هیبریدها دامنه‌ای از ۴/۷۳ تا ۸/۴۰ کیلوگرم در هر بوته گزارش گردید (El-Eslamboly & Mohamed, 2018).

رنگ میوه نیز یک صفت کیفی مهم است که در بازار پسندی خیار اهمیت زیادی دارد. این صفت در محدوده رنگ سبز روشن تا سبز تیره تغییر می‌کند. هیبرید (IR9) رنگ سبز تیره، هیبریدهای (IR2)، (IR6)، (IR13) (IR15) رنگ سبز تیره تا سبز، هیبریدهای (IR1)، (IR3)، (IR4)، (IR5)، (IR12) و (IR14) رنگ سبز و هیبریدهای (IR7)، (IR8)، (IR10) و (IR11) رنگ سبز روشن تا سبز داشتند. در خیار، پنج ژن رنگ پوست میوه را کنترل می‌کنند که شامل ژن‌های سبز تیره (DG)، سبز (dg)، سبز زرد (yg)، سبز روشن (lgp) و سفید (w) می‌شوند (Dong *et al.*, 2012). در مطالعه‌ای در ژاپن ۸ هیبرید خیار درختی از نظر رنگ میوه مقایسه شدند و مشخص شد ۵ هیبرید رنگ سبز و سه هیبرید رنگ سبز تیره داشتند (Sakata *et al.*, 2010).



شکل ۲- شاخص شکل میوه در هیبریدهای آزمایشی خیار

Figure 2- Fruit shape index in different experimental cucumber hybrids (DMRT, *p≤0.05*)

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، هیبرید (IR4) (یا همان رقم سنم) و هیبرید در دشت معرفی (IR5) از نظر عملکرد نسبت به هیبریدهای شاهد موجود در منطقه برتری داشتند. عملکرد هیبریدهای (IR4) و (IR5) به‌ترتیب برابر ۱۱/۴۹ و ۱۰/۶۱ کیلوگرم در هر متر مربع بود درحالی‌که عملکرد هیبریدهای شاهد IR12، IR13، IR14 و IR15 در دامنه‌ای از ۸/۶ تا ۹/۳ کیلوگرم در هر متر مربع تغییر کرد. هیبریدهای (IR4) و (IR5) از نظر رنگ (سبز) و اندازه نیز از وضعیت مناسبی برخوردار بودند. سایر هیبریدهای آزمایشی به جز هیبریدهای (IR8) و (IR9) نیز عملکردهایی در حد هیبریدهای شاهد داشتند. با تکرار پژوهش حاضر در مناطق دیگر و فصل‌های کاشت مختلف و شرایط مدیریتی مختلف (انواع گلخانه، روش‌های مختلف کاشت، کاربرد انواع کودها و...) و اثبات برتری ارقام هیبرید می‌توان به تجاری شدن این ارقام امید بیشتری داشت. به هر صورت با تکیه بر دانش شرکت‌های داخلی می‌توان تولید محصولات سبزی و صیفی (مشابه خیار) را بهبود بخشید و وابستگی به ارقام خارجی را در این زمینه کاهش داد.



شکل ۳- شمایی از گلخانه و ویژگی‌های هیبرید برتر IR4 (A، B و C) و نمونه خیار برداشت شده (D)

Figure 3- A view of the greenhouse and the characteristics of the superior hybrid: IR4 (A, B and C), and the harvested cucumber sample (D)

References

1. Alsadon, A.A., Wahb-Allah, M.A. & Khalil, S.O. (2006). Growth, yield and quality of three greenhouse cucumber cultivars in relation to type of water applied at different stages of plant growth. *Journal of King Saudi University Agriculture Science*, *18*, 89-102.
2. Anthony, E.J.W. (2022). *Adding far-red light to white LEDs: implications for cucumber seedling morphology, growth, and photosynthesis.* Master's thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås.
3. Blanco, F.F., & Folegatti, M.V. (2003). A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. *Horticultura Brasileira*, *21*, 666-669. https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000400019
4. Dimov, A.B., Manusheva, B.H., & Ivanova, D.T. (2016). Comparative study of greenhouse cucumber varieties. *Eurasian Union of Scientists*, *3*, 105-108.
5. Dong, S., Miao, H., Zhang, S., Liu, M., Wang, Y., & Gu, X. (2012). Genetic analysis and gene mapping of white fruit skin in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sin*, *32*, 2177–2181.
6. El-Eslamboly, A.A.S.A., & Mohamed, G. (2018). Potentiality of producing high-yielding greenhouses cucumber F1'S by estimating some genetic parameters. *Egyptian Journal of Applied Science*, *33*, 536-551.
7. Golabadi, M., Golkar, P., & Eghtedary, A. (2015). Combining ability analysis of fruit yield and morphological traits in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, *95*, 377-385. https://doi.org/10.4141/cjps2013-387
8. Jakhar, R.K., Singh, A.K., & Narendra, K. (2016). Yield attributes and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.)

cultivars as influenced by growing conditions in arid zones of Rajasthan. *Environment and Ecology*, *34*, 2258-2261.

9. Kahlen, K., & Stützel, H. (2011). Simplification of a light-based model for estimating final internode length in greenhouse cucumber canopies. *Annals of Botany*, *108*, 1055-1063. https://doi.org/10.1093/aob/mcr130
10. Kumar, P., Khapte, P.S., Saxena, A., & Kumar, P. (2019). March. Evaluation of synecious cucumber (*Cucumis sativus*) hybrids for early-summer greenhouse production in western Indian arid plains. ICAR.
11. Liu, X., Pan, Y., Liu, C., Ding, Y., Wang, X., Cheng, Z., & Meng, H. (2020). Cucumber fruit size and shape variations explored from the aspects of morphology, histology, and endogenous hormones. *Plants*, *9*, 772. https://doi.org/10.3390/plants9060772
12. Maeda, K., & Ahn, D.H. (2021). A review of Japanese greenhouse cucumber research from the perspective of yield components. *The Horticulture Journal*, pp.UTD-R017. https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-R017
13. Ministry of Jihad Agriculture. (2021). Agricultural Statistics. Deputy of Planning and Economy. Information and Communication Technology Center. (In Persian)
14. Neykov, N., Velcheva, N., & Neykov, P.C.N. (2009). Study on economic qualities of perspective accessions cucumber (*Cucumis sativus* L.) from the collections of IPGR-Sadovo. *Agricultural University-Plovdiv, Scientific Works*, *54*, 25-29.
15. Panghal, V.P.S., Bhatia, A.K., Duhan, D.S., & Batra, V.K. (2016). Phenological development and production potential of parthenocarpic cucumber hybrids under polyhouse environment. *Indian Journal of Horticulture*, *73*, 604-606. https://doi.org/10.5958/0974-0112.2016.00121.3
16. Sakata, Y., Sugiyama, M., Yoshioka, Y., & Ohara, T. (2010). Morphological characteristics and yield of five major cucumber types under cultivation in Japan. *Bulletin of the National Institute of Vegetable and Tea Science*, *9*, 113-123.
17. Soleimani, A., Ahmadikhah, A., & Soleimani, S. (2009). Performance of different greenhouse cucumber cultivars (*Cucumis sativus* L.) in southern Iran. *African Journal of Biotechnology*, *8*(17).
18. Wei, Q.Z., Fu, W.Y., Wang, Y.Z., Qin, X.D., Wang, J., Li, J., Lou, Q.F., & Chen, J.F. (2016). Rapid identification of fruit length loci in cucumber (*Cucumis sativus* L.) using next-generation sequencing (NGS)-based QTL analysis. *Scientific Reports*, *6*, 1-11. https://doi.org/10.1038/srep27496
19. Weng, Y., Colle, M., Wang, Y., Yang, L., Rubinstein, M., Sherman, A., Ophir, R., & Grumet, R. (2015). QTL mapping in multiple populations and development stages reveals dynamic quantitative trait loci for fruit size in cucumbers of deferent market classes. *Theoretical and Applied Genetics*, *128*, 1747–1763. https://doi.org/10.1007/s00122-015-2544-7
20. Wiechers, D., Kahlen, K., & Stu¨tzel, H. (2011). Evaluation of a radiosity based light model for greenhouse cucumber canopies. *Agricultural and Forest Meteorology*, *151*, 906–915. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.02.016